



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

Walk & Rest

Valmiina kaupallistumaan

Jani Miettinen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2016
Kone- ja tuotantotekniikka
Älykkäät koneet



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka
Älykkäät koneet

MIETTINEN JANI

Walk & Rest
Valmiina kaupallistumaan

Opinnäytetyö 35 sivua, joista liitteitä 1 sivua
Toukokuu 2016

Walk & Rest opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda Sari Lintusen (2013) patentoiman kävelypöytään liitettävän tuolin prototyypin uusi kaupallisesti valmiimpi versio. Lähtökohtana oli idean havainnollistava yksinkertainen prototyyppi, jossa kävelypöytään oli liitetty hitsaamalla tuoli, joka mahdollisti käyttäjän lepäämisen kesken kävelyharjoituksen. Tässä opinnäytetyössä kehitetyn prototyypin oli tarkoitus vastata kävelypöydän käytön asettamiin haasteisiin, joita ovat muun muassa ahtaat säilytystilat, eripituiset ihmiset sekä turvallisuus laitetta lähestyessä ja sitä käytettäessä. Tuolin suunnittelussa käytettiin Solid Works 2015 -ohjelmistoa, jolla luotiin ensin kappaleista 3D-mallit ja myöhemmin ohjelman simulointityökaluja hyväksi käyttäen määriteltiin tuotteen lujuuden varmuuskertoimet käytäntöä vastaavissa rasitustilanteissa. Prototyypin valmistuksessa käytettiin hyväksi valmiita osia mahdollisuuksien mukaan, jotta yksittäiskappaleena valmistettavan tuotteen kustannukset saatiin pidettyä kannattavissa rajoissa.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi kävelypöydän alle kokoontaitettava tuoli, jossa on etäisyys, korkeus, sekä tuolin laskukulman säädöt. Tuolin korkeussäätö päätettiin toteuttaa kaasujousella avustettuna, jolloin käyttäjä voi halutessaan säätää tuolin korkeutta kesken kävelyn. Lisäksi kaasujousi mahdollisti käyttäjälle avustetun laskeutumisen penkille, sekä nousun penkiltä ylös. Turvallisuutta paransi tuolin yksipuolinen runkorakenne, joka mahdollisti kävelypöydän lähestymisen ilman esteitä. Tuoliin lisättiin käsinojat tuomaan turvaa tuolilta nousemiseen ja sille laskeutumiseen.

Opinnäytetyön lopputulos on suurilta osin sama, kuin alkuperäinen tavoite. Seuraava vaihe tuotteen kaupallistumisessa on prototyypin viimeistelty versio, joka täyttää kuluttajien asettamat laatuvaatimukset niin käytettävyyden, kuin ulkoasun suhteen. Prototyypistä eroten lopullisen tuotteen runkomateriaalina tulee käyttää mahdollisimman kapeaprofiilista ja koneellisesti muotoon taivutettua putkea, jolloin tuolin jalkatila saadaan maksimoitua. Lisäksi tuolin runko ja säätömekanismit voidaan sarjatuotannossa valmistaa paremmilla toleransseilla, jolloin niiden käyttöikä, sekä käyttömukavuus parantuvat.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering
Intelligent Machines

MIETTINEN JANI

Walk & Rest

Ready to become a commercial product

Bachelor's thesis 35 pages, appendices 1 pages
May 2016

The meaning of thesis Walk & rest was to make new, more commercially ready version of Sari Lintunen's (2013) patented chair accessory for walking table. New version is based on simple prototype with welded chair which proved the idea that chair is valid solution for added safety during walking exercise. The new version is supposed to answer for the requirements of real life use, which are limited storage spaces, size difference in users and safety while using and approaching the device. The chair was designed using Solid Works 2015 –program first making 3D-models of the product and then utilizing programs simulation tools, the factory of safety was determined for the chair assembly with stress comparable to real life situations. The new prototype was built using ready components when possible to keep cost low as possible for this one-off build, to keep it in reasonable price range.

The result of this thesis was prototype which can be folded under the walking table, is adjustable in depth, height and angle of the chairs movement. The vertical motion of chair was decided to be assisted with gas spring, which allow the user to adjust height of the chair while walking. This feature also allows assisted sitting down to chair and getting up from it. Safety of the chair was increased using one side frame that allows user to approach the walking table freely. Armrest was added for the chair to help user to get up from or get down to the chair.

The final result of the thesis was really close to the goal in the beginning. Next step in becoming commercial product is to make polished version of the chair that fulfills the strict requirements of the customers according to usability and looks. In contrast to the prototype, the frame of final product must be made of as narrow pipe as possible and mechanically bended to achieve biggest possible leg room for walking. Final product can also be produced with better tolerances due to mass production, to result better comfort in use and additional lifespan.

Key words: accessory walking table recovery chair

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	Prototyypin suunnittelu	8
2.1	Mittaaminen ja ideointi	8
2.2	3D-mallintaminen	9
2.2.1	Rungon suunnittelu	9
2.2.2	Tuolin ja pöydän kiinnityksen suunnittelu	10
2.2.3	Kiinnitysvarsien suunnittelu.....	12
2.2.4	Etäisyysäädön suunnittelu	13
2.2.5	Korkeus- ja kulmasäätö.....	14
2.2.6	Penkin suunnittelu.....	16
2.3	Lujuuslaskentasimuloinnit	17
2.3.1	Tuolin ja säätömekanismin lujuussimuloinnit	18
2.3.2	Tuolin rungon lujuussimuloinnit.....	19
3	Prototyypin rakentaminen	20
3.1	Tuolin rungon rakentaminen.....	20
3.2	Kiinnitysvarsien rakentaminen	21
3.2.1	Ensimmäinen kiinnitysvarsi	21
3.2.2	Toinen kiinnitysvarsi.....	21
3.3	Liukuosan rakentaminen	22
3.4	Kulmasäädön komponenttien rakentaminen.....	22
3.4.1	Kulmasäädön alaosa.....	23
3.4.2	Kulmasäädön keskiosa	24
3.4.3	Kulmasäädön yläosa.....	24
3.4.4	Komponenttien kokoonpano	24
3.5	Kiinnitysholkin rakentaminen.....	25
3.5.1	Kiinnitysholkin rungon valmistus	25
3.5.2	Kiinnitysholkin sovittimen valmistus	25
4	Valmiin prototyypin testaus	26
4.1	Säilytystilan tarpeen määrittäminen.....	27
4.2	Etäisyysäädön, korkeussäädön ja kulmasäädön testaus	28
4.3	Kävelypöydän käyttö tuolin kanssa	30
4.4	Pikakiinnityksien käyttö	30
5	Pohdinta ja johtopäätökset.....	32
5.1	Pohdintaa prototyypin valmiusasteesta kaupallistumiseen.....	32
5.2	Valmiin tuotteen kustannukset.....	33
5.3	Tuotteen tulevaisuus	33

LÄHTEET	34
LIITTEET	35
Liite 1. Kokoonpanopiirustus	35

1 JOHDANTO

Walk & Rest konsepti on Sari Lintusen kehittämä kävelypöydän ja tuolin yhdistelmä (WALK & REST. Ideasta kohti innovaatiota. 2013). Kävelypöytää on tarkoitettu ihmisille, joilla kävely on epävarmaa ja käyttäjä tarvitsee jatkuvaa tukea turvalliseen kävelyyn. Kävelypöytään liitettävä tuoli mahdollistaa kävelypöydän käyttämisen myös sellaisille henkilöille jotka tarvitsevat turvaa voimien loppuessa. Kävelijän perässä seuraavalle tuolille on helppo istua lepäämään ja jatkaa matkaa, kun siltä taas tuntuu. Lähin Walk & Rest konseptia vastaava tuote on kävelypöytään integroidut valjaat, mutta tuoli on sopivan vapaa vaihtoehto ennalta puettaviin valjaisiin verrattuna.

Tässä opinnäytetyössä suunnitellaan ja rakennetaan uusi prototyypiversio kävelypöytään liitettävästä tuolista, jonka on tarkoitus olla mahdollisimman valmis kaupalliseen käyttöön. Prototyypin suunnittelussa otetaan huomioon käytettävyyteen ja turvallisuuteen liittyviä seikkoja, jotka ohjaavat tuotteen suunnitteluprosessia. Itse rakennusvaihe suoritetaan prototyypin kohdalta käyttäen hyväksi mahdollisimman valmiita komponentteja, jotta tuotteen hinta saadaan tässä vaiheessa pidettyä kaupallisesti kiinnostavalla tasolla. Mahdollisen sarjatuotannon tapauksessa tuotteeseen voidaan tilata täysin kustomoituja komponentteja, koska määrien kasvaessa yksittäisen osan hinta painuu alemmaksi.

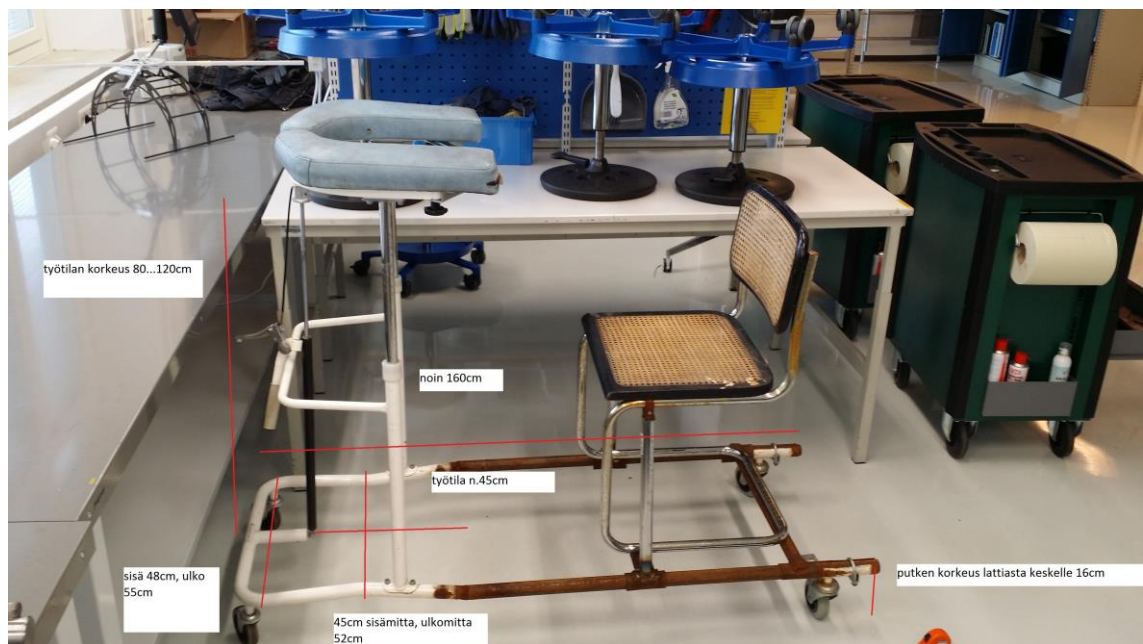
Prototyypin tärkeimpiä ominaisuuksia ovat turvallinen käyttö, kompakti koko säilytysasennossa, riittävät säädöt ja mahdollisuus liittää tuoli mahdollisimman moneen eri valmistajan kävelypöytään. Lisäksi tuoli pitää toteuttaa ilman fyysisiä muutoksia itse kävelypöytään, jotta vastuu kävelypöydän turvallisuuden selvityksestä säilyy alkuperäisellä valmistajalla. Tuolista pitää suunnitella mahdollisimman helppokäyttöinen, jotta kävelyprosessia voisi valvoa tarvittaessa vain yksi hoitaja kahden sijaan.

Prototyypin tuoli on kiinnitettävissä useimpiin markkinoilla oleviin kävelypöytiin yksinkertaisten, mutta tehokkaiden kiinnityspuristimien avulla. Puristin on suunniteltu niin, että se sopii lähes kaiken muotoisille ja kokoisille profiileille sovituspalojen ansiosta. Tuoli on lisäksi suunniteltu tilaa säästään, joten sen saa taitettua kätevästi kävelypöydän alle säilytyksen ajaksi. Tuolin syvyys, korkeus sekä lähestymiskulmat ovat portaittain säädettäviä, jotta eripituisille käyttäjille löytyisi mahdollisimman luonnollinen asento istua tuolille. Korkeussuunnan säätö on lisäksi toteutettu kaasujousella avustettuna, joten tarvittaessa käyttäjä voi vapauttaa lukitsevan venttiilin, jolloin tuoli seuraa käyttäjää yläasentoon tuoden pienen avun ylösnousuun, sekä laskeutumisvaiheessa apua istumiseen. Kaasujousen liikerata voidaan etukäteen rajata erillisellä liikerajoittimella, jottei tuoli pääsisi liian ylös tai alas.

2 Prototyypin suunnittelu

2.1 Mittaaminen ja ideointi

Ensimmäinen vaihe uuden prototyypin suunnittelussa on toivottujen ominaisuuksien lisääminen. Tässä vaiheessa tulee ilmi asioita kuten: käyttäjäystävällinen lähestyminen laitteelle, kompakti säilytys, lukittavat jarrut, säädettävä etäisyys ja korkeus penkille, käsi- nojat ja vakaus. Ideoinnin jälkeen mitataan aikaisemmassa prototyypissä käytetyn kävelypöydän mitat, jotta saatiin suuntaa antavat tiedot tulevan prototyypin vaadituista mittasuhteista (kuva 1). Kävelypöydästä mitattiin erityisesti pöydän alla oleva tila, koska yksi toivomus oli mahdollisimman kompakti säilytyskoko. Mittaukset osoittivat, että tuolin runko saa etuosasta olla maksimissaan noin 45 cm levyinen.



KUVA 1. Sari Lintusen tekemä ensimmäisen vaiheen prototyyppi alustavilla mitoilla

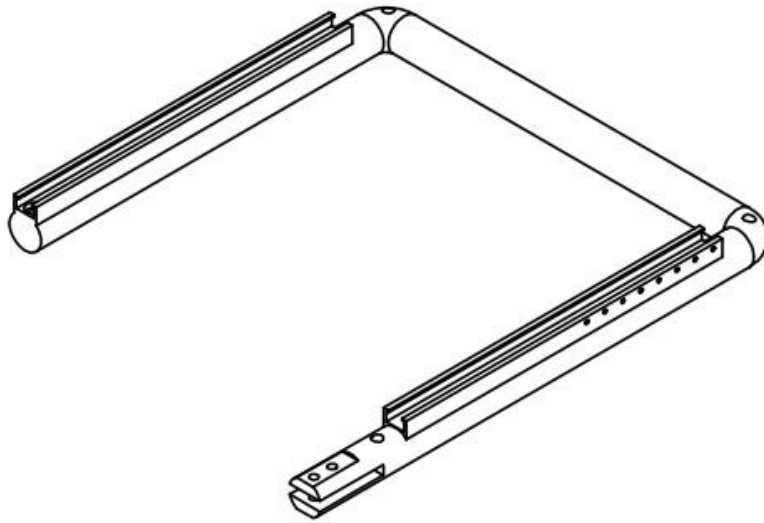
2.2 3D-mallintaminen

Ideoinnin jälkeen prototyypin likimääräinen muoto ja toivotut ominaisuudet olivat selvillä, joten seuraava vaihe on tehdä prototyypistä 3D-malli. Malli päätettiin tehdä Solid Works -ohjelmalla, joka mahdollistaa myös kokoonpanojen lujuuksien simuloinnin ja varmuuskertoimien määrittämisen. Mallinnuksen hyviä puolia on kokeilun helppous ja tästä syystä osista tehtiin useita eri versioita pitkin mallinnusprosessia. Mallintamisen aikana tehtiin kolme täysin valmista eri kokoonpanoversiota, joista vasta viimeinen todettiin riittävän hyväksi oikean prototyypin rakentamista varten.

2.2.1 Rungon suunnittelu

Ensimmäinen vaihe mallintamisessa oli hahmottaa, minkälainen runko tuolille pitäisi tehdä, jotta tuoli olisi samalla vakaa ja helposti lähestyttävä. Tässä vaiheessa päätettiin, että tuoli kiinnittyy kävelypöydän runkoon vain toiselta puolelta, jolloin toiselle reunalle jää kokonaan vapaa kulkureitti kävelypöydän sisälle. Toinen vaatimus tuolin rungolle oli mahdollisimman kompakti rakenne, sillä kävelypöytien käyttökohteissa sairaaloissa on usein todella pienet säilytystilat laitteille. Tästä johtuen tuolin runko suunniteltiin niin kapeaksi, että se mahtuu tarvittaessa kävelypöydän rungon väliin.

Prototyypivaiheessa tuolin rungosta tehdään vain suorilla kulmilla varustettu U-malli, jonka reunat ovat yksipuoleisen kiinnityksen vuoksi erimittaisia (kuva 2). Rungon päälle lisätään liukukiskot penkin säätömekanismin kiinnitystä varten ja rungon pidempään päähän tulee kiinnityslaippa kiinnitysvarsille. Runkoon kiinnitetään neljä pyörää, joista kaksi tulee rungon taaimpiin nurkkiin ja kaksi rungon etupäähän.

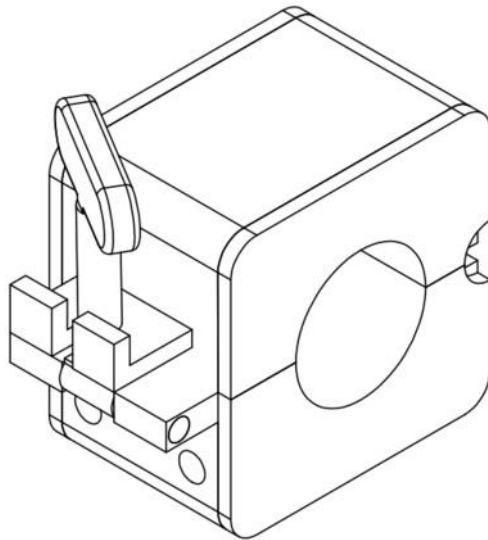


KUVA 2. Tuolin runko

Kaupallisessa versiossa tulee luultavasti olemaan koneellisesti haluttuun muotoon taivutettu putkirunko, joka mahdollistaa käyttäjälle paremman jalkatilan rungon välissä. Muotoiltu runko mahdollistaa myös paremman sivuttaisvakauden, koska taaemmat renkaat voidaan sijoittaa leveys suunnassa kävelypöydän rungon tasolle tai jopa sen ulkopuolelle.

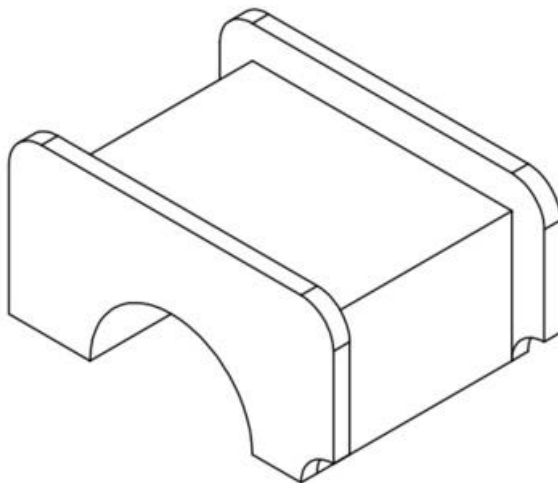
2.2.2 Tuolin ja pöydän kiinnityksen suunnittelu

Tuolin kiinnitys oli toteutettava niin, ettei pöydän rakenteeseen tarvitse tehdä reikiä tai muita muutoksia. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että pöydän runkoon täytyy tarttua jollakin puristin tyylisellä ratkaisulla. Tuolin kiinnitys kävelypöytään päätettiin toteuttaa 50 millimetrin nelikulmaisella puristimella (kuva 3), jonka sisälle voidaan asentaa sopivan kokoinen ja muotoinen sovite (kuva 4). Tämänlainen kiinnitys mahdollistaa kiinnittymisen lähes minkä tahansa muotoiselle ja 50mm halkaisijaa pienemmälle putki profiilille. Kiristimien kiristys tapahtuu siipimuttereilla, jolloin tuolin irrotus pöydästä voidaan suorittaa helposti ilman työkaluja.



KUVA 3. Kiinnitysholkin kokoonpano

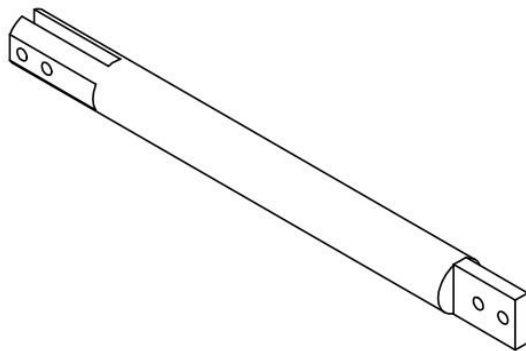
Kahden puristimen välille tehdään yksinkertaiset yhdistyspalat, jotka kiinnitetään puristimiin pulteilla. Yhdistyspaloja voidaan joko tehdä usealla erilaisella reikäjaolla tai kokonaan omina malleina riippuen käytettävästä kävelypöydästä. Näillä sovitinpaloilla mahdollistetaan kiinnityksen sopiminen lähes kaikkiin markkinoilla oleviin kävelypöytiin ilman suuria ja kalliita muutoksia kiinnitykseen.



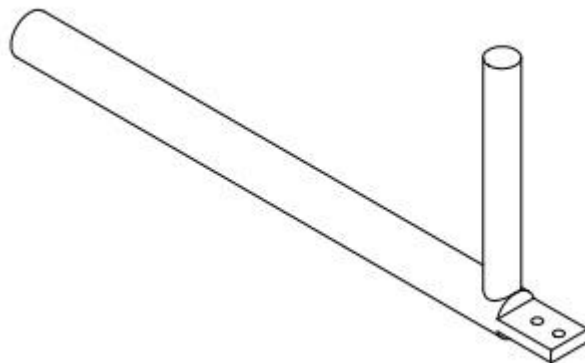
KUVA 4. Kiinnitysholkin sovittimen toinen puolisko

2.2.3 Kiinnitysvarsien suunnittelu

Tuolin rungon kiinnitys pöydän runkoon tapahtuu 40 cm ja 50 cm pitkällä nivelellä varustetulla varrella (kuva 5 ja kuva 6), jotka lukitaan käytön aikana suoraan asentoon, mutta taipuvat säilytystä varten tuolin oman rungon alle säästämään tilaa. Lukitus tapahtuu paikalleen pudotettavalla sokkatapilla, joka mahdollistaa yksinkertaisen kokoon taitamisen, mutta riittävän jäykkyyden kiinnitykselle. Pidemmässä kiinnitysosassa on lisäksi irrotettava pystyputki, joka mahdollistaa kiinnitykselle paremman kierron keston, mikäli kävelypöydän muoto sallii myös pystykiinnityksen.



KUVA 5. Lyhyt kiinnitysvarsi

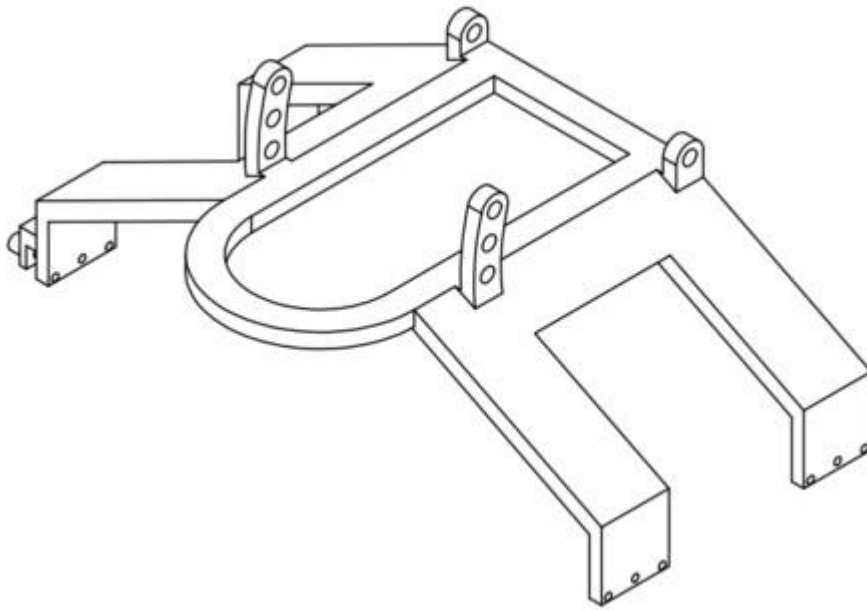


KUVA 6. Pitkä kiinnitysvarsi

2.2.4 Etäisyssäädön suunnittelu

Etäisyysääto on tärkeä osa tuolia, sillä ihmisiä on todella eripituisia ja tämä vaikuttaa ihmisen istumisessa muodostuvaan liikerataan. Etäisyysääto päätettiin pitää melko yksinkertaisena, joten rungon päälle sijoitettiin liukukiskot (kuva 2), jotka mahdollistavat 2 cm välein portaallisen säädön tappilukituksella. Näin prototyyppiin saadaan 10 - 15 cm suuruinen etäisyysääto liukukiskon pituudesta riippuen.

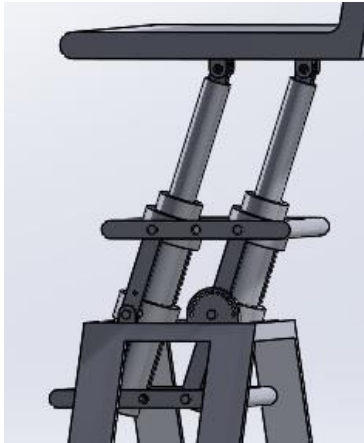
Liukukiskon suunnittelussa pitää ottaa huomioon liukuosan (kuva 7) riittävä tuenta jokaiseen mahdolliseen suuntaan, sillä riippuen penkin kulmasta suhteessa tuolin runkoon, voi kiskoon kohdistua ajoittain paineen lisäksi myös vetoa. Tästä syystä liukukiskoon lisättiin myös yläpuolinen tukirulla, joka ottaa vastaan mahdolliset ylöspäin suuntautuvat voimat. Liukukisko suunnitellaan niin, ettei tuolia saa pois kiskojen välistä, kuin etupäästä liu'utamalla. Rullina toimii 20 mm laakerit, joita tulee liukuosaan yhteensä 12 kappaletta. Neljä kannattelee alaspäin suuntautuvaa voimaa, neljä ylöspäin suuntautuvaa voimaa ja loput neljä pitävät liukuosan liukukiskojen välissä sivusuunnassa.



KUVA 7. Etäisyys säädön liukuosa

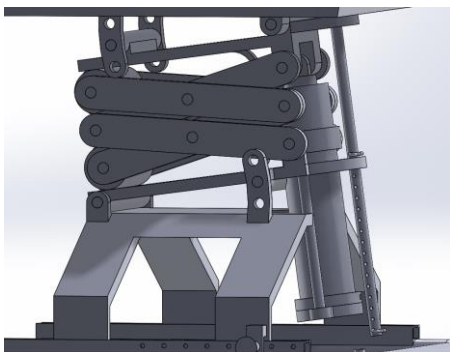
2.2.5 Korkeus- ja kulmasäätö

Penkin korkeuden säätämisen suunnittelu tuotti hieman enemmän erilaisia versioita, kun ajatus säätötyypistä jalostui pitkin suunnitteluprosessia. Ensimmäinen idea (kuva 8) oli sijoittaa kaksi rinnakkaista kaasujousta keinuvalle rakenteelle tuolin istuinosan pohjan ja etäisyysäädön välissä olevaan apurunkoon, mutta tämä ratkaisu todettiin toimimattomaksi käytännössä. Kahden erillisen kaasujousen keskinäistä liikettä on lähes mahdoton kontrolloida tarpeeksi vakaasti, jotta tuolin kallistuskulma ei pääsisi muuttumaan.



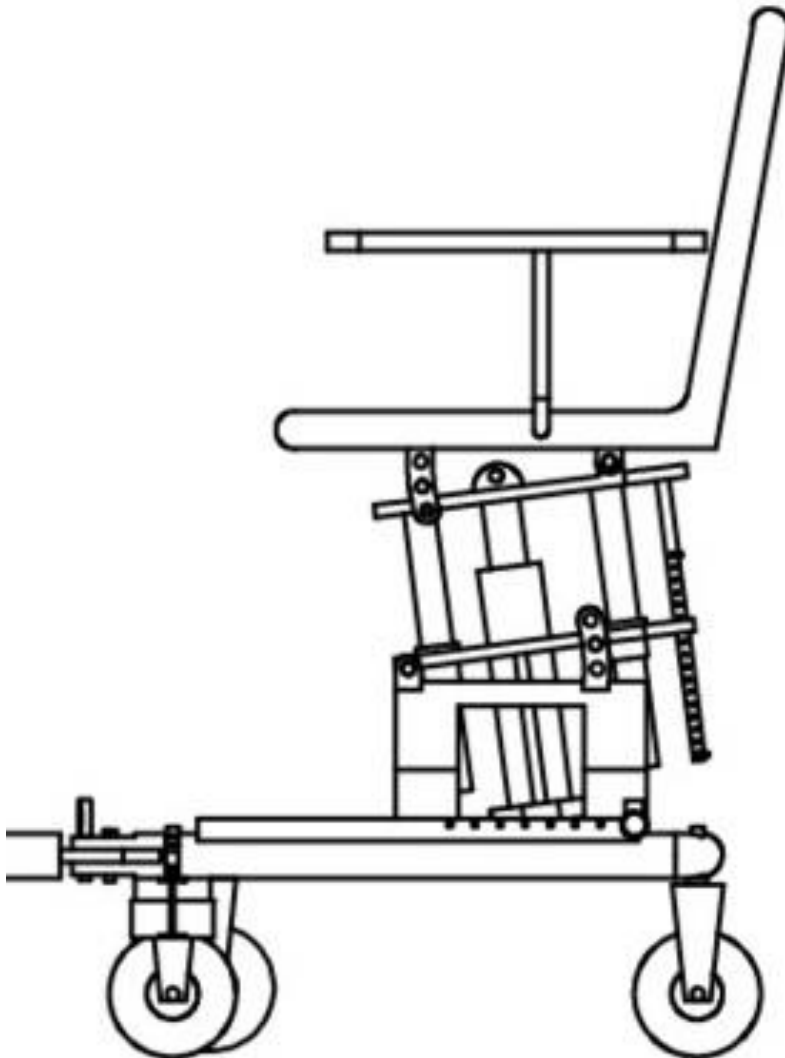
KUVA 8. Etäisyys säädön liukuosa

Toisessa versiossa (kuva 9) lisättiin erillinen kulmasäätö ennen kaasujousen kiinnityspistettä sekä kaasujousen yläpäähän ja penkin väliin, jolloin penkin liikerata saadaan tarvittaessa etukäteen kallistettua 7,5 tai 15 astetta eteenpäin. Kaasujousen avustaman liikkeen tuenta oli toteutettu saksilavanostureista tutulla vipuvarsirakenteella. Vaikka toisen version toteutustapa olisi ollut myös käytännössä toimiva, olisi se vaatinut melko monimutkaisen rakenteen sisältäen useita laakereita sekä eripituisia akseleita, joten ongelmaan etsittiin vielä uutta ratkaisua.



KUVA 9. Etäisyys säädön liukuosa

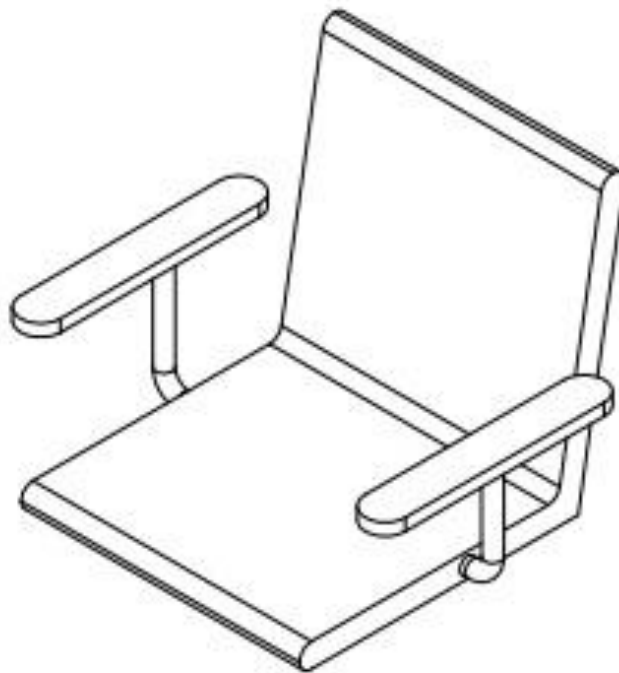
Kolmannessa ja viimeisessä versiossa yhdistyvät aikaisempien kahden version parhaat puolet (kuva 10). Pystysuuntainen liike toteutetaan yhdellä kaasujousella sekä kahdella liukulaakeroidulla tukitangolla. Kulmasäätö on toisesta versiosta tuttu, eli kallistuskulma voidaan etukäteen säätää 7,5 tai 15 asteen kulmaan. Tässä versiossa ei tarvita monimutkaista vipuvarsirakennetta, vaan kaikki liike on liukulaakerin läpi lineaarista, koska koko kokoonpanoa kallistetaan yhdessä. Korkeussäätöön lisättiin lopuksi vielä liikettä rajoittava säätövarsi, johon voidaan ennalta asettaa liikkeen ylä- ja alaraja-arvo. Raja-arvolla voidaan estää tuolin liikkuminen yksittäisen käyttäjän omien liikeratojen ulkopuolelle, vaikka kaasujousen venttiili olisikin auki.



KUVA 10. Kulmasäädön kokoonpano

2.2.6 Penkin suunnittelu

Penkin suunnittelu prototyypivaiheessa on melko yksinkertainen, sillä suurimmat kriteerit penkille olivat järkevät mittasuhteet istumiseen, selkänoja sekä kahvat, joista käyttäjä voi tarvittaessa ottaa tukea (kuva 11). Tuolin lukittava kääntyminen on mahdollista toteuttaa, mutta prototyypin tapauksessa päädyttiin kiinteään ratkaisuun paremman vaihtokauden vuoksi. Lopullisessa tuotteessa huomioon tulee ottaa asiakasta miellyttävän muotoilun lisäksi ergonomia sekä helposti puhtaana pidettävät pintamateriaalit.



KUVA 11. Tuoli

2.3 Lujuuslaskentasimuloinnit

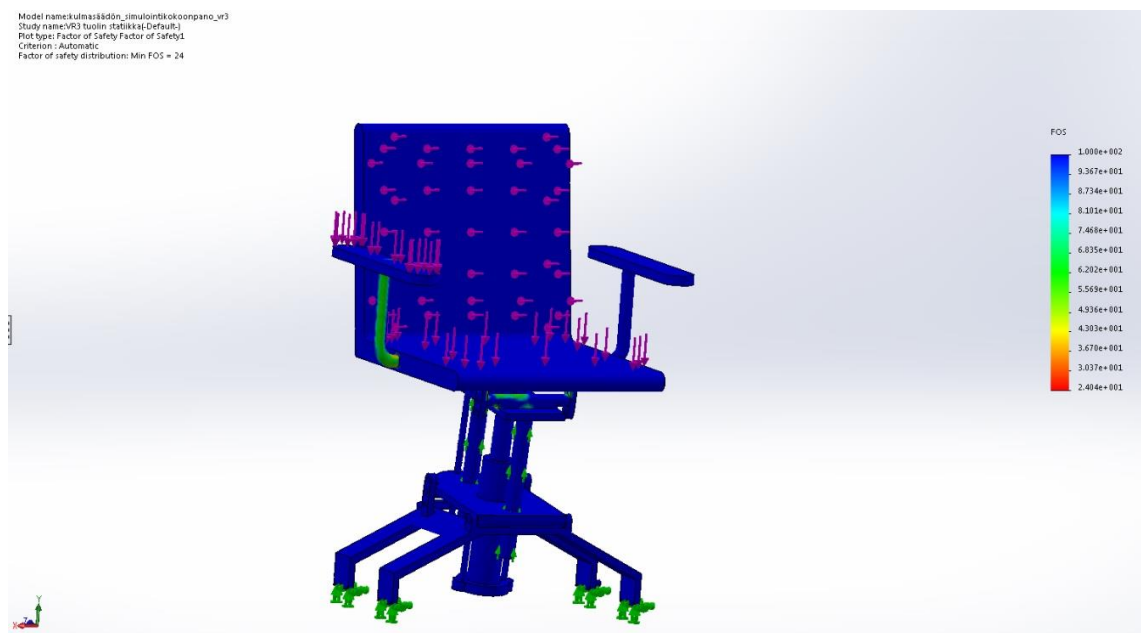
Prototyypin mallintamiseen käytetty Solid Works -ohjelmisto tarjoaa hyvät työkalut kokoonpanojen realistiseen lujuuksien simulointiin (How accurate is FEA and CFD simulation?. 2014). Lujuuksia simuloitaessa jokaisen osan materiaali määritetään etukäteen, joten ohjelma osaa laskea realistiset varmuuskertoimet kokoonpanolle. Simuloinneissa keskityttiin erityisesti penkin ja säätömekanismien lujuuksiin, sekä erikseen vielä rungon lujuuteen kiertoa aiheuttavissa erikoistilanteissa. Osia ei tässä vaiheessa pyritty erityisesti optimoimaan lujuuden suhteen, sillä lievä ylityö ei tässä tapauksessa tuo juuri lisää kustannuksia ja painon pieni kasvaminen pyörillä kulkevassa tuotteessa on vakauden kannalta jopa etu.

Tuolin runkomateriaali on prototyypin tapauksessa 40 mm halkaisijan teräsputkea ja lo-put runko-osat on rakennettu 3, 5 tai 10 mm paksusta lattaraudasta. Kiinnitykseen käytetyt pultit ja mutterit ovat tavallista sinkittyä terästä. Lopulliseen tuotteeseen materiaalit voidaan valita ulkonäön tai valmistuskustannusten perusteella toisin, mutta prototyypin simuloinneissa materiaaliksi on asetettu tavalliseksi hiiliteräkseksi, ellei toisin mainita.

2.3.1 Tuolin ja säätömekanismin lujoussimuloinnit

Tuolin, korkeussäädön sekä syvyysäädön rungon sisältävää pakettia simuloitiin usealla erisuuntaisella kuormalla. Perustestissä penkkiin kohdistettiin 90 kilogrammaa vastaava voima pystysuunnassa, selkänojaa vasten noin 20 kilogrammaa vastaava voima ja lisäksi vielä toiselle käsinojalle noin 15 kilogrammaa vastaava voima (kuva 12). Tuolin osien ainevahvuuksia muokattiin simuloinnin tuloksien mukaan niin, että varmuuskertoimet kaikille kokoonpanon osille pysyivät vähintään kahdessakymmenessä. Suuri varmuuskerroin haluttiin siksi, että tuoli kestää varmasti kaikki eri suunnista tuoliin kohdistuvat voimat todellisen käytön aikana. Tuolin käsinojan kiinnitysvartta, sekä tuolia korkeussäädössä kiinni pitäviä kiinnikkeitä piti erityisesti tarkkailla, sillä näillä verrattain pienillä osilla on suuri osa kokonaisuuden voimien välittämisessä kohti tuolin runkoa.

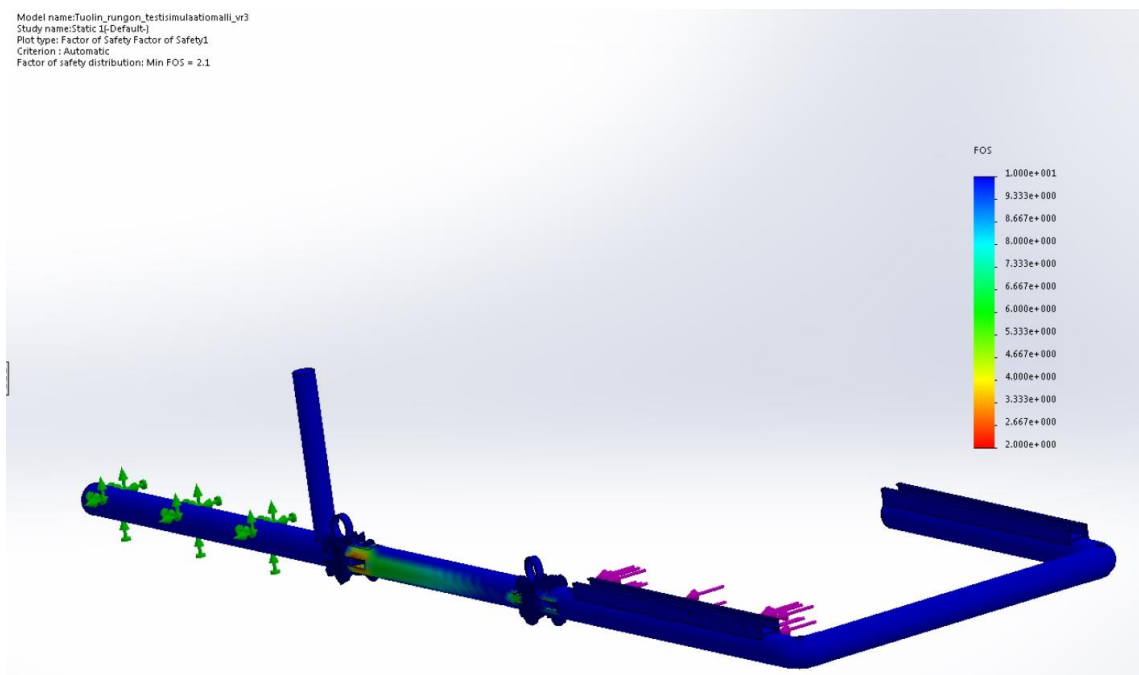
Tuolin runkomateriaalina kokeiltiin aluksi myös eri alumiiniseoksia, mutta varmuuskertoimet putosivat alumiinisilla kiinnikkeillä niin alas, etteivät kiinnikkeet olisi luotettavasti kestäneet yli 100kg painavaa käyttäjää. Lopullisessa kuluttajille päätyvässä tuotteessa voidaan valmistajan halutessa muuttaa kiinnikkeiden mittasuhteita paksummiksi, jolloin heikomman materiaalin käyttö on mahdollista.



KUVA 12. Tuolin kokoonpanon varmuuskerroinsimulointi

2.3.2 Tuolin rungon lujuussimuloinnit

Tuolin rungon simulointi tehtiin niin, että rungon pöytään kiinnittävät osat asetettiin staabiileiksi ja runkoon kohdistettiin hieman epänormaaleja ja melko voimakkaita voimia. Normaalitilanteessa runkoon kohdistuvat voimat tukeutuvat suoraan maata vasten, eikä kiinnitysvarrelta vaadita suurta lujuutta, mutta simuloinnit osoittavat silti, että runko kestää yli 30 kilogramman sivuttaisen kuorman varmuuskertoimella kaksi (kuva 13). Käytännössä tällaisia voimia ei synny kuin kaatumisissa tai vastaavissa erikoistilanteissa.



KUVA 13. Tuolin rungon varmuuskerroinsimulointi

Mikäli rungon lujuutta halutaan jostain syystä vielä nostaa, onnistuu tämä yksinkertaisesti kasvattamalla nivelrakenteen osien paksuutta ja lukitsevien tappien halkaisijaa, koska suurin kuorma syntyy nivelet lukitseviin osiin. Näillä muutoksilla voima välittyy suuremmalle alalle, jolloin rungon varmuuskertoimet kasvavat ilman suuria eroja materiaalien hinnassa tai painossa.

3 Prototyypin rakentaminen

3.1 Tuolin rungon rakentaminen

Tuolin runkomateriaaliksi valikoitui 40 mm teräsputki, jota on helposti saatavilla paikallisesta rautakaupasta. Putkesta hitsataan ulkomitoiltaan 45 cm leveä U-malli, jossa toinen reuna on 500 mm pitkä ja toinen 400 mm pitkä. Tuolin runkoon hitsataan seuraavaksi liukukiskon pohjatasot ja tämän jälkeen mitataan sopiva etäisyys kiskojen ulkopuolisille sivutuille ja ne hitsataan paikalleen. Seuraava vaihe on mitata liukuosan tukirullien vaatima pystysuuntainen tila liukukiskossa ja hitsata vielä kiskon yläosaan tuki estämään liukuosan nouseminen pois kiskolta. Lopuksi kiskon toiseen puoleen porataan vielä 20 mm välein 5mm reikiä, jotka toimivat liukuosan etäisyys säädön lukituksina.

Seuraavaksi runkoon tehdään reikiä renkaiden asennusta varten. Rungon takanurkkiin mitataan identtisesti sijoitetut 10 mm reiät, joihin asennetaan 90 mm pitkä pultti. Pulttiin liitetään jatkomutterilla pyörivät kalustepyörät, jotka toimivat prototyypissä, mutta kaupalliseen tuotteeseen tilalle vaihdetaan kävelypöydän tyylliset pehmustetut hieman suuremman halkaisijan renkaat. Rungon etuosaan asennetaan vielä toinen rengaspari poraamalla reiät 10 mm etäisyydelle rungon päästä. Etummaisien pyörien tarkoitus on tuoda vakautta rungolle, sekä pitää tuolin runko pystyssä silloin, kun tuoli on irrotettu pöydästä säilytystä varten.

Lopuksi rungon pidempään putkeen hitsataan vielä kiinnitystankojen kiinnitykseen ja lukitsemiseen vaadittavat lattaraudasta valmistetut palat, joiden väliin kiinnitystankoon hitsattu lattarauta saadaan asennettua. Laipan läpi porataan vielä sarana- ja lukitustapin 10 mm reiät, jotka sijaitsevat 10 mm ja 30 mm päässä laipan kärjestä. Laipan yhteispituus on 50mm, mutta runkoputkeen ajetaan vielä 20 mm kolo helpottamaan kiinnitysvarsien kokoon taittoa.

3.2 Kiinnitysvarsien rakentaminen

Kiinnitysvarsien rakentamisessa käytetään samaa 40 mm teräsputkea kuin rungossa. Kiinnitysvarsien väliin tehdään vielä samanlainen nivel laippa, kuin rungon ja ensimmäisen kiinnitysvarren väliin. Toisessa kiinnitysvarressa on myös ruuvilla kiinnitettävä pystysuuntainen tuki, johon voidaan asentaa vielä ylimääräinen kiinnitysholkki, mikäli kävelypöydän runko antaa tähän mahdollisuuden. Toisen kiinnitysvarren pituutta voidaan muuttaa rakennusvaiheessa, jotta saavutetaan optimaalinen etäisyys penkin ja kävelypöydän välille.

3.2.1 Ensimmäinen kiinnitysvarsi

Ensimmäinen kiinnitysvarsi on kokonaispituudeltaan 400 mm, josta 280 mm on suoraa putkea ja loput 120 mm jakautuvat 50 mm uroslaippaan ja 70 mm naaraslaippaan. Molempiin päihin porataan 10 mm reiät 10 mm ja 30 mm etäisyydelle laipan päädyistä. Laippojen valmistukseen käytetään 10 mm paksua lattarautaa.

3.2.2 Toinen kiinnitysvarsi

Toisen kiinnitysvarren rakennusvaiheessa uudelleen mitoitettu kokonaispituus on 370 mm, josta 320 mm on suoraa putkea ja laipan 50 mm. Laippaan porataan 10 mm reiät 10 mm ja 30 mm etäisyydelle laipan päädyistä. Toisen kiinnitysvarren toinen pää on suora, jotta tuolista kauimpana oleva kiinnitysholkki saadaan tarvittaessa mahdollisimman lähelle kävelypöydän rungon etuputkea. Kiinnitysvarteen voidaan tarvittaessa porata myös 10 mm reikiä 50 mm välein irrotettavan pystytuen etäisyys säätöä varten, mutta prototyypivaiheessa kyseinen ominaisuus jätetään pois.

3.3 Liukuosan rakentaminen

Liukuosan rakentamisessa käytetään prototyypivaiheessa 10 mm x 50 mm vahvuista lattarautaa. Liukuosan rungon rakennus aloitetaan neljällä identtisellä osalla. Osat ovat 45 asteen kulmaan hitsatut palat lattarautaa, joiden pituudet ovat 45 mm ja 200 mm. Seuraavaksi kahden osan väliin hitsataan 100 mm pitkä ja 25 mm leveä lattarauta, joka yhdistää puolikkaan rungon osat yhteen. Molempien puoliskojen valmistuksen jälkeen 25 mm leveästä lattaraudasta hitsataan puoliskojen etuosaan suora 150mm pitkä osa, joka yhdistää puoliskot kokonaiseksi liukuosan rungoksi. Seuraavaksi puoliskojen takaosaan hitsataan U-mallinen 25 mm leveästä lattaraudasta valmistettu osa, jonka yhteisleveys on etuosan kanssa sama 150 mm ja pituus toiseen suuntaan 100 mm. U-mallisen osan tarkoitus on tuoda tilaa kallistuvalle kaasujouselle ja liukuputkelle.

Lopuksi liukuosaan lisätään vielä kiinnikkeet tuolin kulmasäädön alimmille osille. Rungon etuosaan hitsataan kaksi 20 mm korkeaa korvaketta, joiden keskellä on 10 mm reikä. Seuraavaksi mitataan 150 mm etäisyydelle 100 mm korkea korvake, jossa on kolme 10 mm reikää vaakatasosta 7,5 asteen välein ylöspäin. Nämä kolme reikää mahdollistavat kulmasäädön kallistamisen 0, 7,5 tai 15 astetta eteenpäin. Korvakkeiden sisäpuolinen väli on 150 mm.

3.4 Kulmasäädön komponenttien rakentaminen

Tuolin kulmasäädön rakentamiseen tarvitaan kolme komponenttia. Liukuosan päälle tuleva kulmasäädön alaosa, pystysuuntaisen liikkeen mahdollistava kulmasäädön keskiosa ja tuolin pohjaan kiinnitettävä kulmasäädön yläosa. Kaikki nämä osat valmistetaan 10 mm paksusta lattaraudasta lukuun ottamatta tuolin pohjaan kiinnitettävää osaa, jonka runko hitsataan käyttäen 5mm lattarautaa. Prototyypivaiheessa osien yhdistämiseen käytetään 10 mm halkaisijan kierretankoa.

3.4.1 Kulmasäädön alaosa

Kulmasäädön alaosan runko on 240 mm pitkä ja 150mm leveä. Rungon etureunaan alapuolelle hitsataan 20 mm korvakkeet, joissa on 10 mm kokoinen reikä keskellä. Rungon yläpinnasta porataan läpi yhteensä kuusi reikää. Kaksi reikää on 25 mm suuruisia liukuputkia varten, yksi on 50mm suuruinen kaasujousta varten ja pienimmät kolme ovat 10 mm reikiä. Yksi 10 mm reikä on kaasujouden lukitukseen käytettävälle tangolle ja loput kaksi ovat kaasujouden kannakkeen kiinnitystä varten. 20 mm ja 50 mm reiät ovat rungon keskellä ja etureunasta mitattuna reikien keskikohdat ovat 35 mm, 100 mm ja 185 mm etäisyyksillä. Kaasujouden kannattimen reiät ovat 70 mm etäisyydellä toisistaan ja keskellä kaasujouden reikää molemmilla sivuilla. Korkeussäädön lukituksen reikä on 10 mm rungon takareunasta keskellä kappaletta.

Kaasujouden kannatin tehdään kahdesta 170 mm pitkästä 10mm kierretangosta ja 80 mm leveästä ja 110 mm pitkästä lattaraudasta. Lattarautaan porataan 70 mm etäisyydelle toisistaan kaksi 10 mm reikää kierretankoja varten. Lattaraudan päälle hitsataan neljä 5 mm korkeaa tukea kaasujouden alapäälle, jotka auttavat pitämään kaasujouden oikeassa linjassa. Lopuksi osat yhdistetään toisiinsa kiinnittämällä kaasujouden kannake muttereilla paikalleen ja asennetaan kaasujousi kannakkeen päälle lepäämään. 25 mm kannakkeiden reikiin asennetaan liukulaakerit.

3.4.2 Kulmasäädön keskiosa

Kulmasäädön keskiosan runko on 100 mm leveä ja 240 mm pitkä. Rungon etureunasta mitattuna 100 mm kohdalla keskellä on kaasujousen yläpäälle sopiva reikä ja reiän reunoilla korvakkeet, joihin kaasujousen yläpää saadaan kiinnitettyä. Rungon yläpuolelle hitsataan kaksi paria 20 mm korkeaa korvaketta, joiden etäisyys rungon etureunasta on 40 mm, toisistaan 150 mm ja niiden keskellä on 10 mm reikä.

Rungon pohjaan hitsataan kaksi 225 mm pitkä 20 mm halkaisijan terästankoa, joiden tarkoitus on ottaa vastaan kaikki epäsuorat voimat, jotka muuten välittyisivät kaasujousen kautta. Tankojen mitat ovat samat kulmasäädön alaosan kanssa, eli rungon etureunasta 35 mm ja 185 mm. Rungon alaosaan hitsataan vielä 225 mm pitkä 10 mm kierretanko, joka toimii prototyypissä korkeussäädön ylä- ja alarajoittimenä. Lopullisessa versiossa kierretanko korvataan suoralla tangolla ja lukituksen säätöä varten tehdään pikalukittuvat säätimet.

3.4.3 Kulmasäädön yläosa

Kulmasäädön yläosa on 100 mm leveä ja 170 mm pitkä 5 mm paksusta lattaraudasta tehty osa, joka ruuvataan suoraan prototyypin tuolin pohjaan kiinni. Kulmasäädön takareunaan hitsataan 20 mm korkea korvake jossa on keskellä 10 mm reikä. 150 mm etäisyydelle takaosan korvakkeista tulee 100 mm korkea korvake jossa on kolme reikää. Reiät ovat vaakatasosta 7,5 asteen välein alaspäin. Prototyypissä myös käsinojien kiinnitykset tehdään suoraan hitsaamalla 20 mm rautaputkea suoraan kulmasäädön rungon pohjaan kiinni.

3.4.4 Komponenttien kokoonpano

Kulmasäädön komponentit yhdistetään toisiinsa 10 mm kierretangosta tehdyillä aksleilla ja nylonlukkomuttereilla. Prototyypivaiheessa myös kulmasäätöihin asennetaan akseli, mutta lopullisessa versiossa akseli korvataan pikalukitustapeilla, jolla kulmasäädön ylä- sekä alapään kulmaa on nopea ja helppo säätää. Kulmasäädön alaosaan tulee kaksi 190 mm pitkä akselia, keskiosaan kaksi 140 mm akselia ja yläosaan vielä kaksi 140mm akselia. Säädön suorittaviin akseleihin tulee nylonlukkomutteri vain toiseen päähän, jotta kulman säätö on myös prototyypissä tehtävissä ilman työkaluja.

3.5 Kiinnitysholkin rakentaminen

Kiinnitysholkissa on yhteensä kolme pääosaa. Kiinnitysholkki sisältää holkin rungon puolikkaat, jotka yhdistetään saranatapilla ja holkin sisälle tuleva kahdesta identtisestä puolikkaasta koostuva sovitin. Holkin runko valmistetaan 3mm lattaraudasta riittävän lujuuden saavuttamiseksi ja sovitin prototyypin tapauksessa joko puusta tai kumista. Lopulliseen tuotteeseen erilaisille putkiprofiileille voidaan valmistaa esimerkiksi polyuretaanista valetut kiinteät, mutta hieman elastiset sovitteet.

3.5.1 Kiinnitysholkin rungon valmistus

Kiinnitysholkin rungon puolikkaat ovat lähes identtisiä, kiristys- ja saranaosia lukuun ottamatta. Molemmat puoliskot ovat sisämitoiltaan 25 mm korkeita ja 50 mm leveitä, muodostaen yhdessä 50 mm neliön. Koko kiinnitysholkin leveys on 30 mm. Saranatappi sekä holkin siipimutterikiristimen tapit ovat paksuudeltaan 4mm. Kiinnitysholkin alemmassa puoliskossa on kahden holkin yhdistämiseen tarkoitettut reiät, joiden välille tulevat kävelypöydän mallista riippuen sopivat sovitepalat.

3.5.2 Kiinnitysholkin sovittimen valmistus

Kiinnitysholkin sovitin valmistetaan kahdesta identtisestä osasta, jolloin puoliskojen väliin muodostuu käytettävän kävelypöydän putkiprofiilille sopivat sisämitat. Sovittimet muotolukittuvat holkin rungon väliin ja puristuvat kiinnitettävän putkiprofiilin ympärille vahingoittamatta kävelypöydän runkoa. Prototyypivaiheessa sovittimien materiaali on sopivamman materiaalin puutteessa Finnfoam polystyreenilevystä. Levystä muotoillaan kuviosahaa ja poraa hyödyntäen malli, jossa sovittimen ulkoreunat ovat 25mm ja 50 mm. Lopullisessa versiossa sovittimen ulkoreunassa tulee olemaan 3 mm korkea ja 5 mm paksu kaulus, joka lukitsee sovittimen holkin sisälle myös sivusuunnassa. Prototyypissä tarvittavat sisämitat sovittimille ovat kävelypöydän rungon 30 mm ja tuolin rungon 40 mm.

4 Valmiin prototyypin testaus

Valmistuneella prototyypillä (kuva 14) voidaan tehdä koeajoja ja kokeilla miten suunnitellut ominaisuudet toimivat käytännön tasolla. Prototyypin testaaminen antaa myös hyvää tietoa siitä, minkälaisia materiaaleja lopulliseen kuluttajalle päätyvään tuotteeseen tulisi valita. Koeajoissa selvitetään myös tuolin vakautta ja muita turvallisuuteen liittyviä ominaisuuksia.



KUVA 14. Valmis prototyyppi

4.1 Säilytystilan tarpeen määrittäminen

Heti suunnittelun alussa tärkeä ominaisuus tuolille oli kompakti säilytysratkaisu, koska ensimmäisen prototyypin kiinteä runko veisi aivan liikaa tilaa sairaalaympäristössä. Valmistuneen prototyypin rungon kokoon taittuvan rakenteen voidaan todeta säästävän merkittävästi tilaa, sillä säilytysasennossa tuoli vie runkoineen vain noin 20 cm enemmän tilaa (kuva 15), kuin pelkkä kävelypöytä. Valitsemalla tuotantoversioon vielä lyhemmällä istuinosalla varustetun penkin sekä muotoilemalla tuolin runkoa hieman paremmin kävelypöydän mukaiseksi, voidaan tarvittua tilaa vieläkin hieman pienentää.



KUVA 15. Tuoli säilytysasennossa

4.2 Etäisyysäädön, korkeussäädön ja kulmasäädön testaus

Etäisyysäätö toteutettiin tässä työssä itse valmistetulla liukukiskolla (kuva 16), jossa on 20 mm välein reikä tappilukitusta varten. Prototyypin tapauksessa liukukiskojen pituus on verrattain lyhyt ja tästä syystä myös prototyypin etäisyysäädön pituus vain 120 mm. Tuotantoversioon tulee ehdottomasti asentaa pidemmällä liukukiskoilla varustettu etäisyysäätö, jotta lyhimmätkin käyttäjät saavat säädettyä penkin sopivalle etäisyydelle. Etäisyysäädön konsepti kuitenkin toimii erinomaisesti ja laakeroidulla liukukiskolla tuolin säätäminen onnistuu käytännössä ilman voimaa.

Korkeussäätö toteutettiin lukittavalla kaasujousella (kuva 16), ja liikettä ohjaavilla liukulaakeroiduilla tukivarsilla. Testausvaiheessa käy ilmi, että idea käyttäjää seuraavasta tuolistista on hyvin toimiva ja kaasujousen aukinainen venttiili antaa sopivan vastuksen, kun käyttäjä istuu yläasennossa olevalle tuolille. Prototyypin testeissä ilmeni, että omavalmisteen suurien toleranssien vuoksi tukitangot ovat hieman vinot ja siksi tekevät liikkeestä epätasaisen. Lopullisessa versiossa kaasujouseksi valitaan suuremmalla lineaarisella vastuksella oleva malli ja paremman valmistustekniikan vuoksi myös tuet saadaan niin suoraan, että liike on tasainen ja pehmeä.



KUVA 16. Etäisyys- ja korkeussäätö

Kulmasäädön testauksessa (kuva 17) todetaan, että säädöt toimivat täysin odotusten mukaisesti. Eniten kulmasäädöstä on hyötyä, kun tuolin halutaan seuraavan käyttäjää. Toinen etu eteenpäin kallistettavassa tuolissa on näin saavutettava parempi etäisyyssäätö, joka on vielä prototyypissä melko rajallinen. Testauksen aikana tuoli tuntui tukevalta kaikissa eri asennoissa, vaikka itse valmistetut liukukiskot sisältävät pienen välyksen painon siirtyessä kiskon alapinnasta yläpintaan.



KUVA 17. Kulmasäädön eri ääriasennot

4.3 Kävelypöydän käyttö tuolin kanssa

Kävelypöydän käyttö tuolin kiinni ollessa ei eroa suuresti pöydän käytöstä ilman tuolia. Kävelypöydälle on helppo tulla yksipuoleisen tuolin rungon vuoksi, eikä tuolin olemassaoloa juuri huomaa kun kävelypöytää käyttää. Prototyypivaiheessa tuolin runko on melko painava ja käytetyt kalustepyörät ovat vierintävastukseltaan testatulla betonialustalla melko suuret, joten kävelypöydän käytöstä tulee hieman raskaampaa, mutta tämä piirre on korjattavissa tuotantoversioon pelkästään paremmilla renkailla.

Tuolin rungon kapeus aiheutti hieman huolta prototyypin rakennusvaiheessa, mutta testien perusteella tuolin runko on jo nyt tarpeeksi leveä käytettäväksi ainakin keskikokoiselle käyttäjälle. Lopullisessa versiossa kannattaa kuitenkin valmistaa tuolin runko hieman kapeammasta putkesta, jolloin tilaa jää mahdollisimman paljon. Muut tuolin mitasuhteet tuntuivat testin aikana melko sopivilta. Lopullisessa versiossa tuolin istuinosa voidaan luultavasti lyhentää, koska testejä tehdessä usein istuttiin vain tuolin etureunalle, jolloin selkänoja jäi täysin hyödyttömäksi.

4.4 Pikakiinnityksien käyttö

Pikakiinnitysten (kuva 18) käyttö on prototyypivaiheessa hieman kankeaa, kun kiristyksessä käytetään tavallista kaupasta hankittua 6 mm siipimutteria, mutta tuolin irrottaminen pöydästä käy silti alle viidessä minuutissa. Pikakiinnitinparista ei käytännössä tarvitse avata aina kuin toinen, koska pikakiinnitykset mahtuvat olemaan paikallaan myös tuolin ollessa säilytysasennossa (kuva 15). Lopulliseen versioon siipimuttereiden tilalle voidaan vaihtaa hieman leveämmät ja helpommin pyöritettävät kiristimet, jotta puristimien kiinnittäminen onnistuu pienemmällä voimalla ja muutenkin helpommin.



KUVA 18. Tuolin rungon pikakiinnityskokoonpano

Prototyypin sovittimissa käytetty Finnfoam-levy on selvästi liian pehmeää, mutta tasaisella alustalla käytettäessä se kuitenkin tarjoaa riittävän lujuuden tuolin testaamiseen jopa ilman pystytukea. Lopullisessa versiossa sopivan kiinteällä ja muotoon valetulla kumisoittimella tuolin rungon kiinnityksestä saadaan erittäin tukeva jo kahdella kiinnitinparilla, mutta tarvittaessa runkoon on helppo lisätä vielä pystysuuntainen tuki, joka tekee tuolin rungosta myös kiertovakaan. Parempi vakaus on eduksi erityisesti silloin, jos tuolia pitää nostella usein esimerkiksi kynnyksen yli.

5 Pohdinta ja johtopäätökset

5.1 Pohdintaa prototyypin valmiusasteesta kaupallistumiseen

Tässä opinnäytetyössä tehty toisen vaiheen prototyyppi on verrattain valmis tuote kaupallisille markkinoille, kun otetaan huomioon, että kyseessä on edelleen prototyyppi. Prototyypillä pystytään testaamaan käytännössä todellisten käyttötilanteiden asettamia haasteita tuotteen toimivuudelle ja kestävyydelle. Prototyyppi sisältää lähes kaikki ideoinnissa esiin tulleet kehitysehdotukset, eli helpon ja turvallisen lähestyttävyyden, kompaktin säilytysratkaisun, mahdollisuuden erilaisten kävelypöytien käyttöön ja yksinkertaisen kiinnitysratkaisun.

Toivotuista ominaisuuksista jäi puuttumaan vain käyttäjän itse ohjattava jarru sekä kaasujousen venttiilin etäohjaus. Kaasujousen ohjaus voidaan toteuttaa suhteellisen helposti vetämällä vaijeri tuolin runkoa pitkin käyttäjän ulottuville. Jarrun toteuttamiseen oli tämän projektin aikana jo tehty suunnitelma, mutta rakennusvaiheessa kävi ilmi, ettei se prototyypissä käytettävien askelin ympäri pyörivien kalustepyörien kanssa ollut järkevästi toteutettavissa. Lopulliseen tuotteeseen jarru pystytään rakentamaan, mikäli mittailauksena valmistettavan pyörän kustannukset eivät ole tuotetta myyvän tahon mielestä liian suuret.

Lopulliseen tuotteeseen osien laatua tulee parantaa prototyyppiasteen tuotteesta. Renkaiksi tulee valita pehmeän pinnan omaava malli, jotta kävelypöytää voidaan käyttää tarvittaessa myös herkillä ja hieman epätasaisilla lattiapinnoilla. Lisäksi säätömekanismeihin tulee asentaa jousipalautteiset lukitustapit, jotta tuolin etäisyyden ja kulman säätäminen olisi mahdollisimman vaivatonta. Tuolin runkoprofiili tulee myös valita esimerkiksi 15 mm kertaa 40 mm ovaaliputkeksi tai vastaavaksi ohutseinäiseksi, jotta kävelijälle saadaan tarjottua hieman enemmän jalkatilaa. Jalkatilaa voidaan lisätä myös tavuttamalla tuolin runko mukailemaan kävelypöydän runkoa, jolloin saavutetaan parempi jalkatila, mutta säilytysasennon tilantarve kasvaa mahdollisesti hieman.

5.2 Valmiin tuotteen kustannukset

Yksi tärkeä tavoite tuolia suunniteltaessa oli pitää valmistuskustannukset niin alhaisina, että tuote pysyisi kaupallisesti houkuttelevana vaihtoehtona muille kävelypöydän lisälaitteille. Prototyypin valmistuskustannukset puhtaina materiaalikuluina oli noin 235 € ja työhön käytettyjen työkalujen ja muiden osien kanssa noin 300 €. Puhuttaessa yksittäiskappaleen valmistuskuluista on hieman yli 200 € hinta hyvin kohtuullinen, sillä suuremmissa erissä ja osat paremmin kilpailuttamalla tuotteen materiaalikulut saadaan painettua varmasti alle 100 euroon, jolloin koko tuotteen hinta valmistuskuluineen saadaan painettua jonnekin 200 ja 300 euron välille. Kävelypöytien hinnat alkavat noin 700 eurosta (Respecta. 2016), joten noin 400 € kannattava myyntihinta tuolille olisi varmasti vielä mahdollinen, joskin uudelle tuotteelle hieman korkea.

5.3 Tuotteen tulevaisuus

Tuotteen tulevaisuus on tämän opinnäytetyön aikana vielä hieman epävarma. Sari Lintunen on vuonna 2013 selvittänyt, että kyseiselle tuotteelle olisi markkinat ja hänellä on patentti tuotteelle. Seuraava vaihe valmiimman prototyypin markkinoille saamiseksi on uusi esittelykierros kävelypöytiä valmistaviin yrityksiin. Hieman valmiimman prototyypin esittely luo toivottavasti lisää uskoa tuotteen toimivuuteen ja näin avaa mahdollisia jatkokehitys- ja myyntisuunnitelmia yrityksen suunnasta.

Walk & Rest idea on patentoitu ja patentin omistaa Sari Lintunen. Vielä on epäselvää aletaanko tuotetta myymään lisenssinä jonkin kävelypöytiä valmistavan yrityksen kautta vai yritetäänkö tuotteen valmistus ja jatkokehitys pitää omissa käsissä. Toiveena olisi saada keksintö käyttöön sitä tarvitseville ihmisille, mutta tulevaisuus näyttää miten tässä tavoitteessa onnistutaan.

LÄHTEET

Lintunen, S. 2013. WALK & REST. Ideasta kohti innovaatiota. Hyvinvointiteknologian koulutusohjelma. Ylempi ammattikorkeakoulututkinto. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

How accurate is FEA and CFD simulation?. Dr. Reza Tabatabai. Solidworks Blog. 19.5.2014. Luettu 17.4.2016. <http://blogs.solidworks.com/solidworksblog/2014/05/how-accurate-is-fea-and-cfd-simulation.html>

Respecta. Korkeat kävelypöydät ja korkeat- telineet. 2016. Luettu 3.5.2016. <http://kuvaso.respecta.fi/c/177-kavelypoydat-ja-korkeat-telineet/>

LIITTEET**Liite 1. Kokoonpanopiirustus**